

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-179493

(43)Date of publication of application : 12.07.1996

(51)Int.Cl.

G03F 1/08

(21)Application number : 06-319781

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 22.12.1994

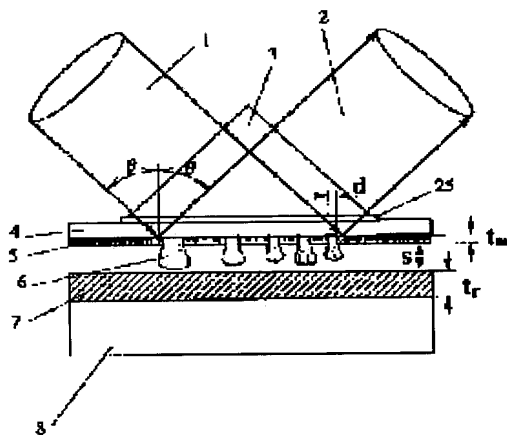
(72)Inventor : HOSAKA SUMIO
TERASAWA TSUNEO
KIKUKAWA ATSUSHI

(54) LIGHT EXPOSURE, DEVICE AND METHOD FOR TRANSFERRING, OR MASK FOR THE SAME

(57)Abstract:

PURPOSE: To obtain technique for transferring a fine pattern whose size is below the limit of minimum size by means of light diffraction by the usage of light by using the light effusion from a dielectric body, that is, evanescent wave.

CONSTITUTION: As to a mask substrate 4; a total reflection prism is provided on a side opposite to a conductive material film 5 on which an original picture pattern is drawn. When laser incident light 1 enters the substrate 4, it is reflected at a joint surface with the film 5 of the substrate 4 at an angle of θ , and is totally reflected at an aperture part without the film 5, so that all the incident light 1 is reflected at the angle of θ . Reflected light 2 is discharged into the air through the substrate 4 and the prism 3. At this time, the light comes out from the substrate 4 as the evanescent wave (light) and it is attenuated soon at a part other than the aperture part because of the film 5. Thus, the incident light is totally reflected at the original picture pattern surface, only the evanescent wave is propagated to the photosensitive material by close contact, and the fine pattern whose size is $\leq 0.2\mu\text{m}$ is transferred.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-179493

(43) 公開日 平成8年(1996)7月12日

(51) Int.Cl.⁶
G 0 3 F 1/08

識別記号
B

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平6-319781

(22) 出願日 平成6年(1994)12月22日

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 保坂 純男

埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株式会

社日立製作所基礎研究所内

(72) 発明者 寺澤 恒男

埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株式会

社日立製作所基礎研究所内

(72) 発明者 菊川 教

埼玉県比企郡鳩山町赤沼2520番地 株式会

社日立製作所基礎研究所内

(74) 代理人 弁理士 小川 勝男

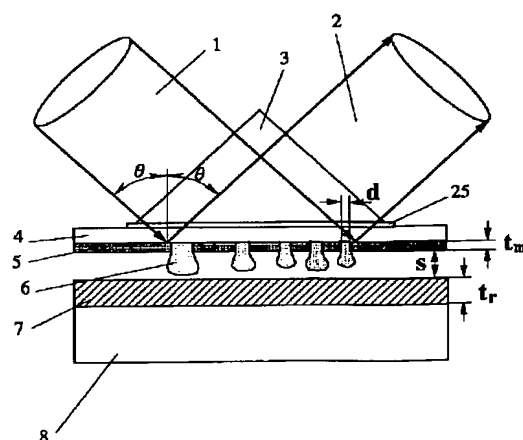
(54) 【発明の名称】 光露光または転写方法および装置またはそのためのマスク

(57) 【要約】

【目的】 光を用いて、光の回折による最小転写寸法の限界を超えた0.2 μm 以下のパターンを転写する技術を提供すること。

【構成】 本発明は、遮光膜（原画パターン）のないマスク基板側にマスク基板と同じあるいは近い屈折率を持つプリズムを設置し、レーザ光をプリズムの1斜面から入射して原画パターン面で入射光を全反射させ、プリズムのもう1つの斜面から大気中に取りだすように構成した光照明系を持ち、さらに、このマスクの原画パターン側に試料の感光材（レジスト）を密着し、エバネッセント波のみ試料の感光材に伝搬させて、0.2 μm 以下の微小パターンを転写できるようにした。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】光を用いてマスク基板の表面の導電材料で構成されたマスク面に描かれている原画パターンを光反応する感光材料に焼き付ける方法において、少なくとも前記マスク基板の原画パターン側の内側境界部で照明光が全反射する角度で光を照射することを特徴とするパターン露光または転写方法。

【請求項 2】全反射するマスク基板のマスク側の面と光反応する感光膜面とが原画パターンの開口部の最小寸法以下に密着するようにされたことを特徴とする請求項第 1 項記載のパターン露光または転写方法。

【請求項 3】全反射するマスク基板のマスク面の厚さが原画パターンの開口部の最小寸法以下とされたことを特徴とする請求項第 2 項記載のパターン露光または転写方法。

【請求項 4】照射される光がレーザ光であることを特徴とする請求項第 1 項、第 2 項または第 3 項記載のパターン露光または転写方法。

【請求項 5】一方の表面に原画パターンが描かれているマスク基板が所定の厚さを有する透光性材料の板状であることを特徴とする請求項第 1 項、第 2 項、第 3 項または第 4 項記載のパターン露光または転写方法。

【請求項 6】前記レーザ光が円偏光あるいは楕円偏光であることを特徴とする請求項第 4 項記載のパターン露光または転写方法。

【請求項 7】前記基板に入射した光が基板内で複数回の全反射を繰返し、全反射の度に光感応材料への露光を行うことを特徴とする請求項第 5 項記載のパターン露光または転写方法。

【請求項 8】照明光を 1 次元あるいは 2 次元走査することによって原画パターンを一様に照明することを特徴とする請求項第 1 項、第 2 項、第 3 項または第 4 項記載のパターン露光または転写方法。

【請求項 9】原画パターンを転写する感光材料の面が平坦化処理をされた基板表面であること特徴とする請求項第 1 項、第 2 項、第 3 項または第 4 項記載のパターン露光または転写方法。

【請求項 10】前記原画パターンの領域が転写または露光される基板の転写または露光領域より小さく、該原画パターンを移動させて複数回の転写または露光を行うことを特徴とする請求項第 1 項、第 2 項、第 3 項または第 4 項記載のパターン露光または転写方法。

【請求項 11】一方の表面に原画パターンが描かれているマスク基板、該マスク基板の原画パターンを描かれている表面に対向して配置されかつ表面に光反応する感光材料を備える基板、該マスク基板の原画パターンの画かれていない面に照明光を入射するために設けられたプリズム、該プリズムを介してマスク基板側の内側境界部で照明光が全反射する角度で光を照射することを特徴とするパターン露光または転写装置。

【請求項 12】全反射するマスク面と光反応する感光材料面とが原画パターンの開口部の最小寸法以下に密着するようにされたことを特徴とする請求項第 1 項記載のパターン露光または転写装置。

【請求項 13】照射される光がレーザ光であることを特徴とする請求項第 1 項または第 1 2 項記載のパターン露光または転写装置。

【請求項 14】一方の表面に原画パターンが描かれているマスク基板が所定の厚さを有する透光性材料の板状であることを特徴とする請求項第 1 項、第 1 2 項または第 1 3 項記載のパターン露光または転写装置。

【請求項 15】前記基板に入射した光が基板内で複数回の全反射を繰返し、全反射の度に光感応材料への露光を行う厚さに設定されていることを特徴とする請求項第 1 4 項記載のパターン露光または転写装置。

【請求項 16】前記原画パターンを有する基板と前記プリズムの屈折率がほぼ同じであることを特徴とする請求項第 1 1 記載のパターン転写装置。

【請求項 17】前記プリズムの入射面を照明光で 1 次元あるいは 2 次元走査するための手段を備え、該走査によって原画パターンを一様に照明することを特徴とする請求項第 1 項、第 1 2 項または第 1 3 項記載のパターン露光または転写装置。

【請求項 18】一方の表面にマスク面に原画パターンおよび位置合わせのための図形が描かれているマスク基板、該マスク基板の原画パターンを描かれている表面に対向して配置されかつ表面に光反応する感光材料とともに前記位置合わせのための図形に対応する図形を備える基板、該マスク基板の原画パターンの画かれていない面に照射光を入射するために設けられたプリズム、前記二つの図形の位置関係を検出するための手段よりなり、前記二つの図形の位置関係が所定の関係にあるとき、前記プリズムを介してマスク基板側の内側境界部で照明光が全反射する角度で光を照射することを特徴とするパターン露光または転写装置。

【請求項 19】他の面で照明光が全反射する角度で光を照射される光を用いて、マスク面に描かれている原画パターンを光反応する感光材料に焼き付けるために使用されるマスクであって、前記マスクの感光材料に接する側の面の原画パターンの透光部に対応する部分は他の部分より突出することを特徴とするマスク。

【請求項 20】原画パターンが画かれる面のマスクは導電性材料で構成される請求項 1 1 または請求項 1 8 のパターン露光または転写装置。

【請求項 21】プリズムの出射面に反射防止膜の設けられた請求項 1 1 または請求項 1 8 のパターン露光または転写装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、半導体リソグラフィ技

術等の微細パターン転写技術あるいは露光技術に係り、特に、光を用いて0.2μm以下の微細なパターンを転写する技術を提供することにある。

【0002】

【従来の技術】光を用いてパターンを転写あるいは露光する手段としては、縮小投影露光法が一般的である。これは、マスクを照明し、マスク上のパターンを縮小投影レンズを介して被露光基板上に転写する技術である。そこで形成されるパターンの最小寸法dは、光の回折によって定められ、 $0.6\lambda/NA$ (λ : 光の波長、NA: レンズの開口数) で与えられる。この限界を超える手段として特公平62-50811には位相シフト露光技術が開示されている。また、特開平04-267515には斜方照明を採用して解像限界を向上させる技術が開示されている。一方光露光の限界を超える微細パターン転写技術としては、電子線露光あるいはX線露光が有望視されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】光露光の解像力を向上させる技術として、特公平62-50811、特開平04-267515に開示されている技術を採用しても、空間周波数に換算して $2NA/\lambda$ (但し、NAはレンズの開口径、 λ は光の波長) を超える微細パターンを転写することは出来ない。例えば、エキシマレーザステップにこれらの技術を採用しても、現状では0.15μm前後の最小パターン寸法しか得られていない。

【0004】一方、電子線転写あるいはX線転写技術は、光の転写法に比べてマスクパターンの形成が難しい、熱歪等による寸法精度の保証が困難などで高精度化が難しい。また、真空中で転写する、あるいはX線源の施設が膨大なものとなるなどの欠点が多い。さらに、プロセス的には光プロセス技術は安定なものとなっているが、電子線転写あるいはX線転写を採用する場合、プロセス技術立ち上げのための多くの投資が必要となる。

【0005】従って、本発明の課題は、如何に光を用いて上記の光の回折による最小転写寸法の限界を超える技術を開発、提供することにある。

【0006】

【課題を解決するための手段】本発明では、光の回折による最小寸法の限界を超えるため、誘電体からの光のしみだし、即ち、エバネッセント波を使用し、0.15μm以下のパターンを転写、形成を可能にする。

【0007】

【作用】エバネッセント波のみを転写光として使うために、回折光が試料側に伝搬しないよう、原画パターンがあるマスク基板(誘電体)面で入射光が全反射するように入射する。この時原画パターン面に垂直な方向に対する入射角 θ を(1)式を満足するように設定することが必要である。

【0008】

$$\sin \theta > 1/n$$

(1)

但し、nは原画パターンを有するマスク基板の屈折率を示す。これによって、エバネッセント波のみ遮光膜の開口部から空気中にしみ出させることが出来る。これは、半導体リソグラフィにおける転写が任意の1層部分の全パターンを転写するため、即ち、0.3μm以上の大きなパターンと微小なパターンが混在するため、図3のように回折光で原画パターンを照射すると、回折光が伝搬する開口部(0.3μm以上の寸法)では従来技術と同じ光転写が行なわれ、回折光が伝搬しない微小開口部(0.3μm以下の寸法)からはエバネッセント波のみ伝搬する。これにより、大きな開口部では光の伝搬する光量が大きく、微小開口部では光量が非常に小さくなるため、微小なパターンが転写出来なくなる。これを防ぐために、上記の全反射照明により回折光の伝搬を防止し、大きな開口部でもエバネッセント波で転写できる。

【0009】また、エバネッセント波の空間的なしみだしパターンをレジストに形成するためには、エバネッセント波が空間的にしみださないようにする方法と、エバネッセント波の発生面が試料に近い部分を空間的に作り出す方法とがある。前者の具体例を図1に、後者の具体例を図8に示す。

【0010】前者においては、しみ出しを防ぐため、誘電体ではなく導体で電界のしみだしを防いでいる。この時の導体の厚さは、遮光パターンあるいは開口パターンどちらかの最小パターン寸法より小さくしなければならない。これは、エバネッセント波がマスク基板表面から上記の最小パターン寸法程度しかしみださないためである。

【0011】後者は、マスク基板に凹凸パターンを形成し、この凸部を光転写部分としたホトマスクを採用する。これは、照明光がガラスと気体や真空の境界面で全反射する場合、その境界面からエバネッセント波が気体側に伝播し、その強さが指数関数的に減衰する。これを利用すると空間的にエバネッセント波の強さをパターン化することができる。即ち、図8のように伝播するガラス境界面に凹凸を形成すると、凸部からは強いパワーが伝播し、凹部からは距離が遠いため伝播パワーは弱くなる。これにより、試料上の光レジストとエバネッセント光をしみ出す凸部に完全に接触するように密着することができ、前者と比べ、光の利用効率の良い実用的なエバネッセント光転写が実現できる。

【0012】上記の両者共、転写される試料は原画パターンに強く押しつけ、間隙がないように密着する必要がある。この密着方法は、従来から行なわれた方法により実現できる。このように、基本的には、原画パターン面で入射光を全反射させ、密着により、エバネッセント波のみ試料の感光材に伝搬させて、0.2μm以下の微小パターンを転写するものである。

50 【0013】尚、上述のように、エバネッセント波はマ

スク基板表面から上記の最小パターン寸法程度しか滲みださないため、アスペクト比の高い転写レジストパターンを得るためには少なくとも原画パターンに接触する最上層は上記の最小パターン寸法以下に感光層を薄くしなければならず、多層膜構造レジストを使用する必要がある。また、半導体表面は $1\mu\text{m}$ 前後の凹凸があるので、平坦化処理をしてからレジスト塗布を行ない、本転写を行なうことにより、半導体上に $0.2\mu\text{m}$ 以下の微小パターンを形成できる。

【0014】

【実施例】本発明の基本的具体例を図1に示す。転写するマスタマスクはガラス等の透明なマスク基板4と遮光膜として機能するクロム等の導電性材料膜5で構成されている。この導電性材料膜5に転写すべき原画パターンが画かれこれに対応してエバネッセント波が透過すべき位置の遮光膜が除去されているのである。また、転写される試料基板8上に光反応を起こす感光剤（例えば光レジスト）7が塗布してあるものをここで用いた。

【0015】従来の光転写と違うところはマスク基板4の原画パターンが画かれた導電性材料膜5と反対側に全反射用プリズム3を設けたところにある。ここでは、プリズム3と基板4の屈折率が同じであるか、非常に近い値であることが望ましい。また、プリズム3とマスク基板4とは一体物で構成するか、図のように、屈折率がほぼ同じ材料または近い液体状あるいは軟らかいものをスペーサ25として用いた方がよい。また、プリズム3とマスク基板4を直接押しつけて光学的なカップリングを持たせてもよい。

【0016】このようにして、レーザ入射光1を図のように入射する。この時の入射角が式(1)を満足するようにすると、マスク基板4の導電性材料膜5との接合面で角度 θ で反射され、また、導電性材料膜5の無い開口部でも全反射されるので、全ての入射光1が角度 θ で反射されることになる。反射光2はマスク基板4及びプリズム3を通して大気中に放出される。放出された反射光2がマスク面に戻らないようにプリズム3の出射側面に吸光手段を設けて吸収することが必要である。図では、簡略化のため省略されている。この時、光はエバネッセント波(光)6としてマスク基板4から飛び出す。開口部以外では導電性材料膜5のためすぐに減衰する。しかし、開口部では大気中により長く滲みだす。

【0017】この滲みだしは、図2のように、開口部の寸法に依存し、開口部の寸法と同程度離れると、飛び出してくる光の強度は入射光1に対して $1/10^2 \sim 1/10^3$ 程度に減衰してしまう。このため、導電性材料の遮光膜5の厚さ t_m をできるだけ薄くする必要がある。また、試料基板8上の感光材7の厚さもできるだけ薄くする必要がある。さらに、これを導電性材料膜5に密着し、その間隙Sをできるだけ0に近くすることが必要であり、数 10nm 以下にするのが望ましい。

【0018】図では、試料を搭載する移動台、密着手段、レーザ照射光学系、シャッタ、タイマ等露光装置としての手段を省略したが、これらは従来から、光露光、X露光装置で使用されているもので十分である。

【0019】レーザ照射光学系はビームエキスパンダ、コリメタ機能が必要である。レーザ源としてはArイオンレーザ、He-Cdレーザのような 460nm 波長以下の光が得られるもので十分である。また、感光材7としては、レーザ光の波長にあったものを使用しかつ細かいパターンが形成されるものを選ぶ。感光材7の厚さ t_r はエバネッセント光があまり伝搬しないので、 $0.1\mu\text{m}$ 前後が望ましい。

【0020】このような試料を用いて、エバネッセント転写(露光)を行なう。光を照射して、導電性材料膜5に画かれた原画パターンを介して感光材に十分な光強度が伝搬されると、感光材7の中に光重合や架橋反応などが起き潜像が形成される。このあと、従来技術である現像、焼き付け(ベーク)プロセスを経て、 $0.1\mu\text{m}$ 以下の微細パターンを通常の光を用いて形成することができる。

【0021】また、遮光部はエバネッセント波の滲み出しを防ぐため、誘電体ではなく導体で電界の滲みだしを防ぐことが重要である。エバネッセント波はマスク基板表面から上記の最小パターン寸法程度しか滲みださないため、アスペクト比の高い転写レジストパターンを得るためには少なくとも原画パターンに接触する最上層は上記の最小パターン寸法以下に感光層を薄くしなければならず、多層膜構造レジストを使用する必要がある。また、半導体表面は $1\mu\text{m}$ 前後の凹凸があるので、平坦化処理をしてからレジスト塗布を行ない、本転写を行なうことにより、半導体上に $0.1\mu\text{m}$ 以下の微小パターンを形成できる。

【0022】次に、図3を用いて全反射によるエバネッセント光転写の必要性を述べる。図3は従来技術で用いられていた露光方法として、マスク材をほぼ垂直に照明した場合のマスク材からの光の透過、滲みだし等について模式的に示した図である。ここで、半導体リソグラフィにおける転写が任意の1層部分の全パターンを転写することを考慮して、マスク材には回折光として空気中を伝搬できる充分な大きさの開口部と、できない微小な開口部が混在するものとした。この時、図のように光1が基板4上の導電性材料膜5に画かれた原画パターンを照射すると、回折光9が伝搬できる開口部($0.3\mu\text{m}$ 以上の寸法)では従来技術と同じ光転写が行なわれる(この時、エバネッセント波6も滲みだすが、パワーとして2桁以上小さい)。回折光(伝搬光)9が伝搬しない微小開口部($0.3\mu\text{m}$ 以下の寸法)からはエバネッセント波6のみ伝搬する。これにより、大きな開口部では光の伝搬する光量が大きく、微小開口部では光量が2桁以上小さくなるため、微小なパターンが転写出来なくな

る。これを防ぐために、上記の全反射により回折光9の伝搬を防止する。これにより、大きな開口部でもエバネッセント波で光転写でき、パターン寸法によるパワーの偏りを無くすることができる。また、レーザ光は直線偏光、円偏光や楕円偏光があるが、正確にパターンを転写するために円偏光や楕円偏光で試料を照射した方が望ましい。これは、直線偏光で開口部から滲みだす光の量が電界あるいは磁界方向に直角の方向に偏りが起こるためである。直線偏光を円偏光に変換するにはレーザ光を入/4板の中に通せばよい。

【0023】一方、光学部品の境界面では反射が置き、多重反射、多重干渉が起こる。これを防止するため、光学部品に反射防止膜をつけることが望ましい。

【0024】図4は図1に重ね合わせ機能を設けた場合の具体例である。半導体素子の場合、図のようなSi基板8の上に構造物19が形成され、これを平坦化するためにバッファ層10、感光材7を設けている。これは、平坦化処理と共にアスペクト比の高いエッチング用レジストを形成するためによく使われる手段である。マスク(原画)パターンの中に位置合わせ用パターン20を設け、構造物の中に位置合わせ用パターン21を設けている。ここでは光学顕微鏡を用いて、上記の2つのパターンを合わせている。図では、該顕微鏡の中に照明光学系を省略している。照明光学系を出た光は上記2つのパターン20、21を照明し、そこからの光学像を対物レンズ12、接眼レンズ11により、拡大してCCDカメラ13で電気信号に変換する。CCDカメラ像を14に示す。感光材7とバッファ層10は照明光の波長を透過するが、感光材には感光しない波長を選ぶことが必要である。具体的には、500nm以上の波長を選ぶべきである。マスクと試料を接触しないように離し、図のようにマスクの合わせマーク20の顕微鏡像が15のように得られ、さらに、このマスクの合わせマーク像15の中に試料の合わせマーク像が16のように得られる。18は試料移動合わせ制御系であり、試料の保持、かつマスクと試料の間隙の制御、合わせ用調整機構及び制御系機能を有す。この調整機構18を用いてCCDカメラ像が図の状態になるように調整し、かつ、これを保った状態でマスク5と試料を密着させ、重ね合わせ作業を完了する。

【0025】このあと、第1図で示したように全反射を利用してエバネッセント露光を行ない、感光材7に潜像を形成する。その後、感光材に凹凸パターンを現像により形成し、さらにこれをマスクとしてウェットエッチング、ドライエッチング、あるいは電子線露光、X線露光等により、バッファ層に感光材7に形成されたパターンをマスクにして形成することができる。以上のように、平坦化処理された多層膜構造のレジストにより最上層の感光材7とマスクとして機能する導電性材料膜5との密着性が良くなり、Si基板8上にも0.2μm以下の微

細パターンを精度良く形成することが出来る。

【0026】図5は全反射を多数回繰り返す場合の露光(転写)方法を示す。(a)のように入射用プリズム22からレーザ光をマスク基板4の中に入力する。図のように遮光部で反射され、また、開口部では全反射を起こし、全ての入射光が反射される。反射された光は遮光膜として機能する導電性材料膜5と反対側の空気とマスク基板との境界部でも全反射を起こす。このようにして、図のように、多数回全反射を繰り返して、図のように、出射用プリズム23まで反射されたレーザ光2は、全反射の条件がくずれるので大気中へと導かれる。この時、レーザ光が照射した開口部ではエバネッセント光が開口部から滲みだし、露光が行なわれる。次に、照射されない領域を露光するには、(b)のように、入射用プリズム22と出射用プリズム23を間隔を保ったまま、d eだけ図のように移動し、その後、(a)と同じように露光して全体の露光を完了する。この場合、d eはできるだけ正確に設定、制御して、レーザ光の照射する領域を考慮しオーバーラップしないように上記プリズム22、23を移動することが必要である。

【0027】図6はレーザ光の径が露光面積より狭い場合レーザ光を露光領域全体をカバーするように相対的に動かして露光する場合を示している。図のように、入射光1を、マスク基板4上に設けられたプリズム3の入射面上で、軌跡24のように移動することによって広い領域を均一に照明することができる。ここでは、ビーム走査の手段は省略しているが、レーザの照明系を固定し、マスクと試料を密着した状態でレーザ光の入射角が変わらないようにマスクと試料を走査することが重要である。また、マスクと試料を密着した状態で固定し、レーザ光の入射角が変わらないようにレーザ光を走査することもできる。さらに、走査には連続走査、ステップ走査が考えられるが、均一露光を考えると、連続走査が望ましい。

【0028】図7はステップアンドリビート移動によりマスクの原画パターンを試料基板上に繰り返して同じパターンを連続的に転写する場合を示す。

【0029】(a)では試料とマスクをS₁だけはなして、図2のように試料のパターンとマスクパターンとの位置合わせ作業を行なう。その後、(b)のように、マスクと試料を密着し、本発明のエバネッセント光転写を行なう。次に、(c)のように、試料とマスクをS₁だけはなして、さらに、d sだけマスクと試料を相対的に移動して、(a)のように試料のパターンとマスクパターンとの位置合わせ作業を行なう。その後、(c)のように、マスクと試料を密着し、本発明のエバネッセント光転写を行なう。これを繰り返して試料全体にパターン転写を行なうことができる。

【0030】位置合わせについては、最初の一回だけとして、次回以降は移動を精密に管理することによっても

可能である。

【0031】ここでは、図1、4の応用例を示したが、図5、6の露光方法をも取り入れることができる。

【0032】また、本具体例は、半導体基板へのエバネッセント光転写について述べたが、原画パターン複写の観点からも応用が可能である。この場合、試料にCr等の導電材膜を付けたガラスブランクを使用することができる。これは、本方法が密着露光を使用するため、原画パターンの消耗が激しいため必要となるので、この作業は極めて重要になる。さらに、本転写はエバネッセント光が空気中ではすぐに減衰してしまうのでマスクと感光材の間に、液体あるいはガス等を挟んでも効果がある。この他、回折光が伝搬しない寸法を持つパターンだけ本方式で転写することも考えられ、これも本発明の範囲である。

【0033】次に、本発明のエバネッセント光の利用効率をさらに向上させるためのマスクの例について述べる。

【0034】先にも述べたように、エバネッセント光のしみだし面と感光材との間隙は少なくとも遮光膜の厚さ程度以下にしないと、エバネッセント光が効率良く感光材に伝搬しない。そこで、先の実施例では導電性材料膜を遮光膜として使っていたが、本実施例ではマスク基板に凹凸パターンを形成し、この凸部を光転写部分とした。これにより試料上の光レジストをエバネッセント光がしみ出す凸部に充分に接触するように密着することができ、より効率の良い実用的なエバネッセント光を使用した光転写が実現できる。

【0035】基本的具体例を図8に示す。転写するマスクが、マスク基板4の試料に接する側に形成された凹凸パターンによる原画パターンである点を除き図1の構成と同じである。図のように入射レーザー光1を式(1)満足する角度 θ で入射すると、凹凸パターン面で全反射し、回折光は反射光2としてプリズム3より外へ放出される。この時、本実施例では、エバネッセント光6は凹凸パターンに沿ってしみだす。従って、基板8とより密着した状態にあるマスク基板4の凸部からしみだしたエバネッセント光6が感光材(光レジスト)7が塗布された試料8により効率良く光の伝搬が実現される。これにより、レーザー光源のパワーの軽量化や転写時間の短縮化を図ることができる。

【0036】図9に本発明のマスクの他の具体例を示す。(a)はマスク基板4に屈折率がほぼ同じで光が透過する材料50を用いて図8に示した構造のホトマスクと等価なホトマスクを用いた例である。(b)はマスク基板4側に上記の屈折率がほぼ同じ材料50が塗布されたこの表面に原画パターンが形成された構造の例である。(c)はパターンを矩形構造の断面に代えて鋸歯状波あるいはエッジが鈍った断面をした例である。

【0037】このようにマスク基板とパターン形成部と

の材料を変えることができれば、微細のパターンを形成する手段を選ぶことができるのでホトマスク形成には極めて有効となる。また、ラインアンドスペースパターンの場合には、グレーティング等の構造が利用でき、

(c)の構造のホトマスクが便利である。このラインアンドスペースパターンの転写の場合、ラインに沿った面内で、レーザー光を斜めに入射してラインアンドスペースパターンのエバネッセント光転写を行なうことが回折光の漏れをなくす方法であり、極めて有効である。

【0038】尚、(a)～(c)共通に示しているように、原画パターンの周辺に原画パターンの凸部の高さと同じ凸部を設けることは、密着した際に原画パターンの凸部の破壊を防ぐことができ、有効な構造となる。

【0039】

【発明の効果】本発明を半導体素子の微細加工プロセスに用いれば、光を用いて0.1 μ m以下の微細パターンの形成が可能となる。可視領域の光を用いた場合、0.4 μ m程度の微細加工の限界があるが、現状では数10nmの寸法までの原画パターンが電子線描画技術によって加工可能であるから、これを原画パターンに用いれば光転写はこの領域まで可能と成り、半導体素子の微小化に貢献することが出来る。また、現状では、0.2 μ m以下の微小パターン形成に電子線転写あるいはX線転写が有望視されている。しかし、光の転写法に比べてマスクパターンの形成が難しい、熱歪等による寸法精度の保証など、高精度化が難しい、真空中で転写する、あるいはX線源の施設が膨大のものとなるなどの欠点が多い。また、レジストプロセス的には光プロセス技術は安定なものとなっているが、電子線転写あるいはX線転写を採用する場合、プロセス技術立ち上げのための多くの投資が必要となる。このことから、電子線転写、描画あるいはX線転写などは大容量半導体素子の価格を上昇させ、半導体産業の行き詰まりを生ずるが、本発明により、これらのコスト面での低価格化を実現することが出来る。

【0040】さらに、本発明は半導体微細加工技術を用いる他の産業(情報処理装置、マイクロメカニズム等)にも応用が可能であり、微細化、高密度化に極めて貢献する。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の基本的具体例を示す図。

【図2】エバネッセント波のしみだし特性(開口寸法と光パワーの関係)を示す図。

【図3】光の垂直入射の場合のマスクパターンからの光の透過及びしみだし模式図。

【図4】図1に重ね合わせ機能を設けた場合の具体例を示す図。

【図5】全反射を多数回繰り返す場合の本発明の具体例を示す図。

【図6】広い面積をレーザー光の2次元走査により転写す

11

る具体例を示す図。

【図7】ステップアンドリピート移動によりマスクの原画パターンを試料基板上に繰り返して同じパターンを転写する具体例を示す図。

【図8】本発明で使用するホトマスク（断面図）の他の例の使用状況を示す図。

【図9】ホトマスクの他の具体例（断面図）を示す図。

【符号の説明】

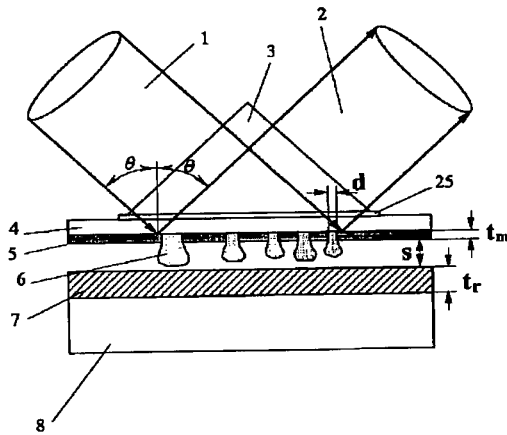
1：レーザ入射光、2：レーザ反射光、3：プリズム、4：透明な基板（マスク基板）、5：導電性材料（原画パターン、マスク材、遮光材、遮光膜）、6：エバネッ*

*セント波（光）、7：光反応を起こす感光剤（光レジスト）、8：試料基板、9：回折光（伝搬光）、10：バッファ層、11：接眼レンズ、12：対物レンズ、13：CCDカメラ、14：CCDカメラ像、15：マスクの合わせマーク像、16：試料の合わせマーク像、17：合わせマークからの反射光、18：試料移動・合わせ制御系、19：構造物、20：マスク（原画）パターンの中に合わせ用パターン、21：構造物の中に合わせ用パターン、22、23：プリズム、24：レーザ入射光の2次元走査軌跡、25：スペーサ。

12

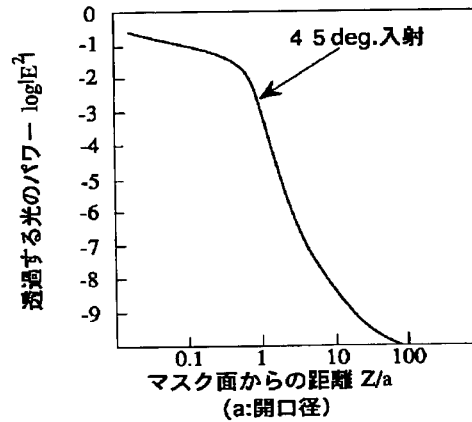
【図1】

図 1



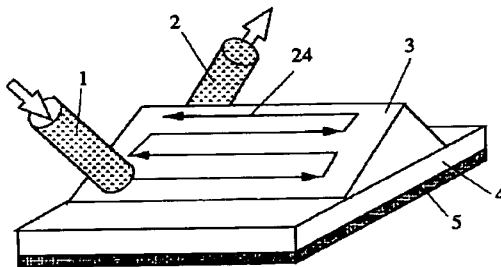
【図2】

図 2



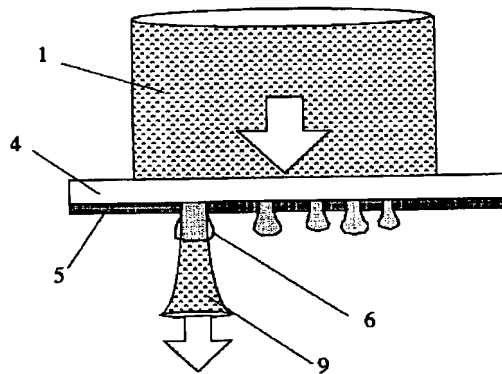
【図6】

図 6



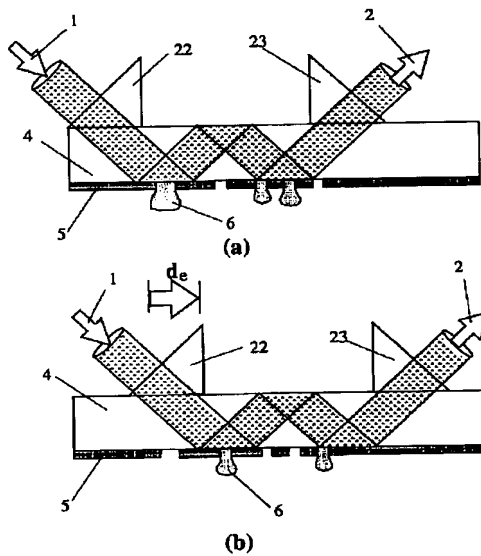
【図3】

図 3



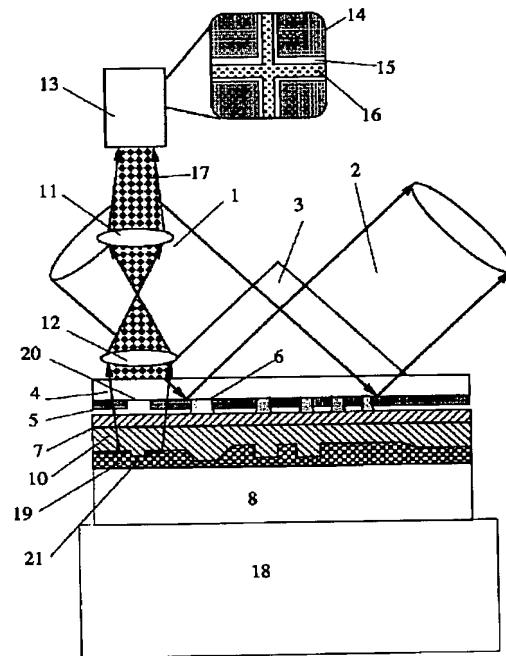
【図5】

図 5



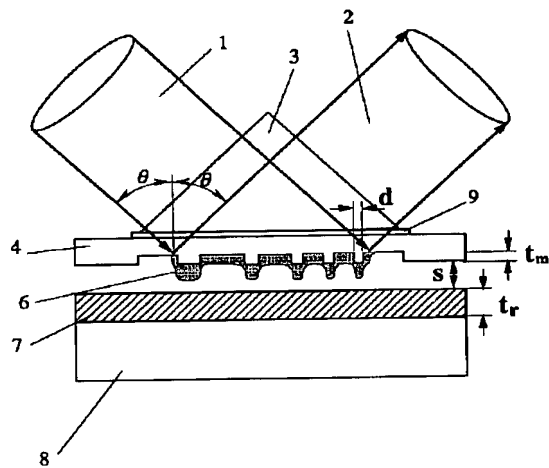
【図4】

図 4



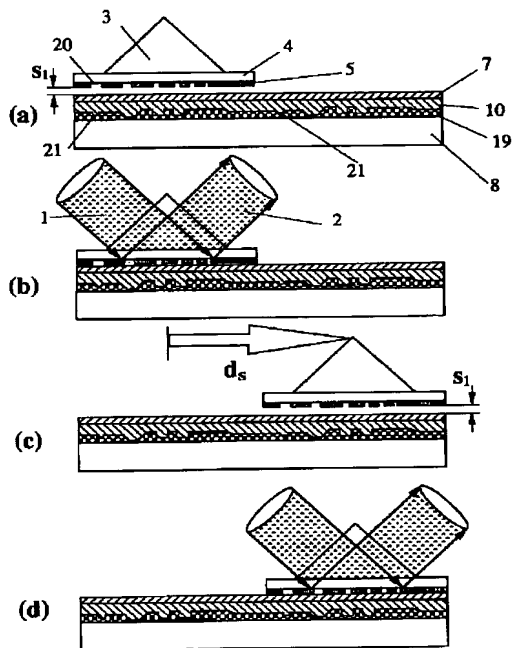
【図8】

図 8



【図 7】

図 7



【図 9】

図 9

